

自己評価報告書

平成23年 4月 14日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究 (S)

研究期間：2008年度～2012年度

課題番号：20228003

研究課題名 (和文) ゲノム育種によりトラフグの優良品種作出をめざす

研究課題名 (英文) Improved breeding of fugu following whole genome sequencing

研究代表者 鈴木 譲 (Suzuki Yuzuru)

東京大学・大学院農学生命科学研究科・教授

研究者番号：40107412

研究分野：農学

科研費の分科・細目：水産学一般

キーワード：トラフグ, ゲノム, 遺伝育種, 耐病性, 形態, 行動様式, 有用遺伝子

1. 研究計画の概要

全ゲノムが解読された唯一の食用魚であるトラフグを用いて、有用形質を支配する遺伝子を特定し、有用遺伝形質を持つ個体を効率よく選抜して行くゲノム育種の道筋をつけようとするのが本研究である。本研究ではトラフグとクサフグとをそれぞれ家系とみなして、種間交雑第2世代 (F2) を作出し、種間差を規定する遺伝子を特定して行こうとするのを大きな特徴としている。トラフグはクサフグより成長が早く大型であるが、エラ虫という寄生虫の被害を受ける、喧嘩をするといった欠点を持つ。F2 ではこうした形質が個体ごとに分離してくるので、高密度連鎖地図を利用してこれらの形質を支配する遺伝子領域の解明、さらには遺伝子自体の特定をめざす。さらに、トラフグ集団の中から優良な遺伝子を持つ個体の探索もめざし、育種の基礎として行く。トラフグは通常性成熟に3年を要するため、育種には長い年月を要する。これを短縮するため、ホルモン処理による催熟技法の開発もめざす。

2. 研究の進捗状況

トラフグのゲノムデータは数千の断片配列のままであったが、ターゲットマップ法によりゲノム断片をつなぎ合わせた22本の染色体を再構築し、詳細なゲノム地図を完成させた。論文をまとめて投稿中 (minor revision) であるが、データはシンガポールのIMBCの協力を得てEnsemblを通じてFugu V5として公表した。

トラフグとクサフグの交雑第2世代 (F2)、戻し交配世代 (BC)、クサフグとヒガンフグのF2、BCなどの解析家系を作出し、種間差を支配する遺伝子座を探索した。現在までに、

形態的差異 (体サイズ、脊椎骨数、棘の発達)、寄生虫 *Heterobothrium okamotoi* に対する耐性、警戒心の強弱といった行動特性について、遺伝子座の特定がなされており、さらなる絞込み、遺伝子特定を進めている。

体サイズを支配する遺伝子はLG1の116遺伝子を含む領域に絞り込まれた。脊椎骨数はトラフグ、クサフグで体サイズとは異なる3領域が認められた。

棘の発達をクサフグ、ヒガンフグ間で調べたところ、LG14の5遺伝子に絞られた。クサフグの人為的突然変異個体の中に棘が未発達な個体が見いだされ、遺伝子の特定に向けて検討中である。

寄生虫感受性/耐性についてはLG9に強い相関を示す領域が認められた。また鰓で発現する遺伝子を培養細胞に組み込み細胞表面にタンパク質を発現させる細胞表面ディスプレイ法による遺伝子の特定も進めている。さらに、免疫系が深くかかわるものと推測されることから、免疫関連遺伝子の特定を進め、鰓での機能も調べている。

行動特性は給餌者への接近に関わる2領域、移し替え後の位置に関わる3領域が見いだされ、そのうちLG9の1領域が共通していた。

トラフグは活発な個体ほどストレスに弱いことが分かった。優良遺伝子を持つトラフグ個体探索の一環として、ストレスに強い個体を選抜し、親魚候補として育成中である。

性決定遺伝子情報で雌雄を識別し、異なるホルモン処理を施し、早期催熟をめざしているが、雄では成熟の兆候が認められている。

3. 現在までの達成度

①当初の計画以上に進展している

目標としていた以上の形質について、遺伝

子座の特定が終わっており、一部は遺伝子特定に迫ろうとしている点、計画以上に進展している。トラフグ内での優良形質を持つ個体の探索や、早期催熟は3年という段階では順当に進展している。

4. 今後の研究の推進方策

これまでに分かってきた遺伝子座について、連鎖解析の段階から遺伝子機能の解析の段階に進める。すでにクサフグ卵への遺伝子導入、細胞表面ディスプレイ法の確立、突然変異体の作出といった手法の準備が整えられていることから、残り2年間で本格的に進め、遺伝子特定をめざす。

優良形質を持つトラフグの探索は、これまで得られた情報に基づいて、ゲノム解析を行う予定である。現在進行中の早期催熟については、結果を見てホルモン量などの見直しを行いながら完成度をあげていきたい。

5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計6件)

1. Odaka,T., Tsutsui,S., Sugamata,R., Suetake,H., Miyadai,T., Suzuki,Y., Watanabe,T., and Nakamura,O. (2011): The plasmablast-like leukocyte in the kidney of fugu (*Takifugu rubripes*). *Fish Shellfish Immunol.*, 30, 682-690. 査読有
2. Sugamata,R., Suetake,H., Kikuchi,K., and Suzuki,Y. (2009): Teleost B7s expressed on monocytes regulate T cell responses. *J. Immunol.*, 182, 6799-6806. 査読有
3. Hosoya,S., Kaneko,T., Suzuki,Y. and Hino,A. (2008): Individual variations in behavior and free cortisol responses to acute stress in tiger pufferfish (*Takifugu rubripes*). *Fisheries Sci.* 74, 755-763. 査読有
4. Araki,K., Akatsu,K., Suetake,H., Kikuchi,K., and Suzuki,Y. (2008): Characterization of CD8-positive leukocytes in fugu (*Takifugu rubripes*) with antiserum against fugu CD8 α . *Dev. Comp. Immunol.* 32, 850-858. 査読有
5. 菊池潔, 甲斐渉, 末武弘章, 鈴木譲(2008): トラフグのゲノムマップ計画と魚類養殖におけるゲノム情報の利用法. *水産育種*, 38, 25-30. 査読無

[学会発表] (計57件)

1. Kikuchi,K., Kai,W., Kuroyanagi,M., Nozawa,A., Hosoya,S., Suetake,H., and Suzuki,Y.: Genetic Basis of Parallel Evolution for the Spiny Scale in the Rapid Radiation of Pufferfishes. The 20th CDB Meeting Molecular Bases for Evolution of Complex Traits. Kobe, February 23. 2011.

2. Hosoya,S., Kikuchi,K., Kai,W., Mizuno,N., Suetake,H., and Suzuki,Y.: Genetic architecture of interspecific differences in growth of pufferfishes. 9th International Congress for the Biology of Fish, July 5th, 2010, Barcelona, Spain.

3. 甲斐渉・菊池潔・末武弘章・鈴木譲: Fugu version 5—トラフグのゲノム地図—. 平成22年度日本水産学会春季大会, 3月29日, 2010年, 神奈川

4. 細谷将・菊池潔・水野直樹・末武弘章・鈴木譲: フグの行動 QTL, 平成22年度日本水産学会春季大会, 3月27日, 2010年, 神奈川

5. 合田知樹・細谷将・甲斐渉・菊池潔・水野直樹・末武弘章・石川智士・鯉江洋・鈴木譲: フグの脊椎骨数と成長を支配する遺伝子の関係. 平成22年度日本水産学会春季大会, 3月27日, 2010年, 神奈川

6. 菊池潔・甲斐渉・細谷将・木戸慎一・末武弘章・鈴木譲: フグ類の多様化をもたらした遺伝子の探索: 種間交雑を利用したゲノムワイド QTL 解析, 2009年度日本魚類学会シンポジウム, 2009年10月12日, 東京

7. Kido, S., Kai, W., Suetake, H., Kikuchi, K., and Suzuki, Y.: Genetic approach for identifying the genes responsible for resistance and susceptibility against a parasite, *Heterobothrium okamotoi*, in fugu, *Takifugu rubripes*. 11th Congress of ISDCI, Prague, Czech Republic, July 3, 2009.

8. Kikuchi K., Kai W., Kido S., Kamiya T., Hosoya S., Suetake H., and Suzuki Y.: Fugu genome map and its application in aquaculture 5th World Fisheries Congress Oct. 20-24, 2008, Yokohama

[図書] (計0件)

[産業財産権]

○出願状況 (計1件)

名称: トラフグの一塩基置換判別による雌雄鑑定

発明者: 菊池潔, 鈴木譲, 宮台俊明

権利者: 東京大学, 福井県立大学, 福井県

種類: 特許

番号: 特願 2010-290463

出願年月日: 2010年12月27日

国内外の別: 国内

[その他]

トラフグ全ゲノムアセンブリの公表: Ensembl, fugu version4 から fugu version5 への更新. 投稿中の論文データをもとに更新を行った。なお、アノテーションはシンガポールの IMCB がおこなった。